

UTILISATION DIGESTIVE DE L'ENERGIE ET DES MATIERES AZOTEES DE LA FEVEROLE SOUS FORME ENTIERE OU DECORTIQUEE, EN COMPARAISON AVEC LE TOURTEAU DE SOJA

Y. HENRY et D. BOURDON *

*I.N.R.A. - Station de Recherches sur l'Elevage des Porcs
C.N.R.Z. - 78350 Jouy-en-Josas*

INTRODUCTION

Dans des travaux antérieurs (HENRY et RERAT, 1969 ; HENRY, 1970 ; HENRY et BOURDON, 1972), nous avons montré l'intérêt de la féverole comme source azotée complémentaire dans l'alimentation du porc, en même temps que les limites de son utilisation, principalement pendant la première phase de la vie de l'animal. La diminution de l'efficacité alimentaire observée à la suite de l'incorporation d'un taux élevé de féverole dans la ration du porc en croissance-finition, en remplacement du tourteau de soja, peut être attribuée, soit à une digestibilité plus faible des principes énergétiques et azotés, soit à une moins bonne utilisation métabolique de ces nutriments. Les téguments, qui représentent entre 10 et 15 % du poids de la graine, semblent pour une grande part responsable de l'effet dépressif sur la digestibilité. Certains auteurs (WILSON et al, 1972 a et b) ont mis par ailleurs en évidence, dans les cotylédons de la féverole, la présence d'un facteur antitrypsique qui pourrait entraîner une diminution de la disponibilité de certains acides aminés et, par voie de conséquence, une réduction de l'efficacité globale de la ration.

Pour préciser ces différents points, nous avons entrepris de compléter les essais précédents par une étude de l'utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de la féverole, sous forme entière ou décortiquée, en comparaison avec le tourteau de soja. Cette étude a fait l'objet de deux expériences consécutives, réalisées en cages de digestibilité sur des porcs mâles castrés en croissance de race Large White.

A - EXPERIENCE A : UTILISATION DIGESTIVE DE L'ENERGIE ET DES MATIERES AZOTEES DE LA FEVEROLE ENTIERE, EN COMPARAISON AVEC LE TOURTEAU DE SOJA

1/ Matériel et Méthodes :

Vingt porcs sont placés en cages de digestibilité et, à l'issue d'une période préexpérimentale de deux semaines, ils sont répartis en 5 lots, suivant le dispositif des blocs complets, à un poids vif moyen initial de 34,9 kg.

Dans le lot 1, les animaux reçoivent un régime de base composé de maïs et de tourteau de soja 44, et renfermant 15 % de matières azotées. Dans les autres lots, on procède à la substitution d'une proportion variable du régime de base par la féverole (variété PAVANE à 29,6 % de matières azotées) ou d'un tourteau de soja à 43,5 % de matières azotées. Les taux d'introduction de féverole sont respectivement de 15 et 30 % dans les lots 2 et 3. Le tourteau de soja est utilisé à raison de 10 et 20 % dans les lots 4 et 5, en complément du régime de base.

Après une première phase d'adaptation à leurs rations respectives, les animaux sont soumis pendant 10 jours à une alimentation équilibrée (1.400 g/j). Les régimes sont distribués sous forme humide (2 parties d'eau pour une partie d'aliment sec), à raison de 3 repas par jour ; l'eau est fournie à volonté entre les repas. Au cours de cette période, on procède à une collecte des fèces, en vue de la détermination des coefficients d'utilisation digestive (matière organique, énergie, matières azotées) et de la valeur en énergie digestible des régimes, selon des modalités qui ont été définies par ailleurs (HENRY et RERAT, 1966).

* Avec la collaboration technique de A. GAYE.

Les caractéristiques des matières premières et la composition des régimes sont indiquées respectivement dans les tableaux 1 et 2.

TABEAU 1
COMPOSITION CHIMIQUE DES MATIERES PREMIERES

EXPERIENCE	A			B			
	Mais	Tourteau de soja 44	Féverole PAVANE (1)	Orge	Tourteau de soja 44	Féverole PAVANE (1)	
						entière	décortiquée
Matière sèche, %	89,93	89,44	87,33	87,42	88,09	86,75	87,18
Composition %							
Matière sèche :							
M. minérales	1,58	6,63	3,86	2,96	6,35	3,76	3,72
M. azotées (N x 6,25)	10,35	48,64	34,06	11,53	49,48	32,49	36,66
M. grasses	—	0,75	1,27	2,43	0,75	1,03	1,27
Cellulose brute (WEENDE)	—	7,13	9,05	5,53	7,13	9,05	1,08
Constituants membranaires (2) :							
A.D.F.	2,96	11,90	11,50	6,28	9,10	10,89	1,90
N.D.F.	11,66	15,24	13,02	22,60	12,94	15,86	4,14
Energie brute, Kcal/kg matière sèche	4485	4621	4478	4345	4627	4411	4341

(1) Echantillons provenant de la récolte 1970.

(2) D'après VAN SOEST (HENRY, 1971).

TABEAU 2
COMPOSITION DES REGIMES (%) - EXPERIENCE A

LOT OU REGIME	1	2	3	4	5
Régime de base (RB) (1)	100	85	70	90	80
Féverole	—	15	30	—	—
T. de soja	—	—	—	10	20
Résultats d'analyse :					
Matière sèche, %	89,31	89,27	89,17	89,35	89,33
% matière sèche :					
M. organique	95,50	95,48	95,22	95,21	95,30
M. azotées	16,42	18,69	21,13	19,69	23,23
Constituants membranaires :					
A.D.F.	3,20	4,77	5,71	4,90	6,22
N.D.F.	9,76	10,99	10,81	12,12	11,84
Energie brute, kcal/kg m.s.	4363	4381	4353	4377	4399

Mouture sur grille de 4 mm.

(1) Composition du régime de base, % : maïs, 82 ; T. de soja 44, 15 ; Phosphate bicalcique, 1,3 ; craie broyée, 1,1 ; sel marin, 0,5 ; mél. oligoéléments, 0,1. Composition du mélange oligoéléments, g par kg : SO₄Fe, 7H₂O, 400 ; SO₄Mn, H₂O, 160 ; SO₄Cu, 5 H₂O, 40 ; SO₄Zn, 150 ; IK, 0,3 ; craie broyée Q.S.P., 249,7.

Quantités de vitamines ajoutées par kg de régime ; vit. A, 4000 U.I. ; vit. D3, 1000 U.I. ; Riboflavine, 2 mg ; pantothénate de Ca, 5mg ; acide nicotinique, 10mg ; Choline, 100 mg ; vit. B12, 0,01 mg.

2/ Résultats :

Les résultats moyens de digestibilité, de croissance et d'efficacité alimentaire, sont rapportés dans le tableau 3. Le gain moyen journalier et l'indice de consommation ne semblent pas modifiés par l'introduction de 15 ou 30 % de féverole dans le régime. Par contre, l'addition de 10 et 20 % de tourteau de soja entraîne une amélioration sensible de ces deux critères, d'autant plus importante que la proportion de tourteau de soja est plus élevée.

TABLEAU 3
RESULTATS MOYENS DE DIGESTIBILITE
EXPERIENCE A

Durée de la période de collecte 10 jours
Nombre d'animaux par lot 4 mâles castrés
Poids vif moyen 34,9 kg
Quantité d'aliment/j 1,4 kg

LOT	1	2	3	4	5	SIGNIFICATION STATISTIQUE $s_{\bar{x}}$ (2)
Régime de base (R.B.) . . .	100	85	70	90	80	
Féverole	—	15	30	—	—	
T. de soja	—	—	—	10	20	
M.S. ingérée/j, g	1250	1250	1248	1251	1250	38,2 (13,0)
Gain moyen/j, g	540	540	560	610	700	
Indice de consommation (m. sèche)	2,31	2,31	2,23	2,05	1,79	
C.U.D. _a matière sèche (1) . .	87,05	86,72	87,31	87,34	87,93	0,49 (1,1)
C.U.D. _a mat. organique (1) .	88,77	88,38	88,78	89,09	89,53	0,48 (1,1)
C.U.D. _a Energie (1)	86,70	86,60	87,27	87,18	87,87	0,54 (1,3)
C.U.D. _a mat. azotées (1) . .	82,53	82,50	85,43	85,50	86,88	0,89 (2,1)
Energie digestible, Kcal/kg m.s.	3783 ± 33 (3)	3794 ± 48	3799 ± 28	3816 ± 33	3866 ± 38	

- (1) C.U.D._a : Coefficient d'utilisation digestive apparent = $\frac{\text{Elément ingéré} - \text{élément fécal}}{\text{Elément ingéré}} \times 100$
 (2) $s_{\bar{x}}$: Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation).
 (3) Ecart-type de la moyenne.

Si l'on enregistre assez peu de variation des coefficients d'utilisation digestive apparents (CUD_a) de la matière sèche, de la matière organique, de l'énergie et des matières azotées avec l'incorporation de féverole (lots 2 et 3), par contre, l'augmentation est linéaire en fonction du taux de tourteau de soja (lots 4 et 5).

A partir des résultats de digestibilité des rations entières et en supposant l'absence d'interaction entre le régime de base et l'aliment complémentaire, nous avons calculé la valeur énergétique de la féverole et du tourteau de soja par deux méthodes :

a) **par différence** : On distingue dans la ration totale les parts d'énergie brute fournie par le régime de base et l'aliment complémentaire. Ensuite, connaissant la valeur en énergie digestible de la ration de base, on estime par différence la part de l'énergie digestible provenant de la féverole ou du tourteau de soja. On en déduit le C.U.D. de l'énergie de l'aliment étudié, puis sa valeur en énergie digestible. La valeur trouvée est alors la moyenne de celles obtenues aux deux taux d'incorporation.

b) **par régression** : Dans ce cas, si A et B sont respectivement les valeurs en énergie digestible par kg d'aliment frais pour le régime de base et la source azotée, X₁ et X₂ les proportions des deux aliments, en fraction décimale, la valeur en énergie digestible (E.D.) de la ration totale est donnée par la relation :

$$E.D. = A.X_1 + B.X_2$$

En divisant les deux membres de l'équation par X_1 , on est ramené à une régression linéaire simple du type :

$$E.D. / X_1 = A + B. X_2 / X_1$$

La constante A et le coefficient B donnent respectivement les valeurs énergétiques de la ration de base et de l'aliment étudié. La valeur en énergie digestible est ensuite rapportée à la matière sèche et, à partir de l'énergie brute, on en déduit le coefficient d'utilisation digestive de l'énergie.

Les valeurs trouvées pour la féverole sont de 3 909 kcalories d'énergie digestible par kg de matière sèche par différence contre 3 900 par régression, les C.U.D. correspondants étant 87,3 et 87,1 (tableau 4). Les mêmes calculs donnent pour le tourteau de soja 4 237 kcalories d'énergie digestible par kg de matière sèche par différence contre 4 196 par régression ; les valeurs correspondantes du C.U.D. de l'énergie sont respectivement 91,7 et 90,7. La valeur énergétique de la féverole entière représente ainsi 93 % de celle du tourteau de soja 44.

TABLEAU 4

VALEUR ENERGETIQUE DE LA FEVEROLE ET DU TOURTEAU DE SOJA
EXPERIENCE A

ALIMENT	T. SOJA	FEVEROLE
1) par différence		
E.D., kcal/kg m.s.	4 237	3 909
C.U.D. E	91,7	87,3
2) par régression (1)		
E.D., kcal/kg m.s.	4 196	3 900
C.U.D. E	90,7	87,1

(1) Equations de régression :

T. de soja : $E.D. = 3\,376 X_1 + 3\,753 X_2$

Féverole : $E.D. = 3\,380 X_1 + 3\,406 X_2$

E.D., kcal/kg aliment frais ; X_1 et X_2 sont respectivement les proportions de régime de base et d'aliment complémentaire en fraction décimale.

Le calcul du C.U.D. des matières azotées (C.U.D. N) par la méthode de la différence, donnerait les résultats suivants : 85,6 pour la féverole contre 93,6 pour le tourteau de soja. Ces valeurs peuvent paraître surestimées, compte tenu du fait que le C.U.D. N. du régime de base (82,5) s'est avéré sensiblement plus faible que celui qui pouvait être prévu à partir des résultats obtenus sur le même type de régime dans des expériences antérieures, soit 87 % (HENRY, données non publiées). Dans ces conditions, il nous est apparu préférable d'estimer dans un premier temps le C.U.D. N. du tourteau de soja dans les lots 4 et 5, en supposant connu le C.U.D. N. du maïs, soit 81,6 d'après un travail antérieur (HENRY, 1968). Dans un deuxième temps, à partir des C.U.D. N. du maïs et du tourteau de soja, nous avons déduit le C.U.D. N. de la féverole dans les lots 2 et 3. Les valeurs obtenues sont cette fois de 88,6 pour le tourteau de soja contre 80,0 pour la féverole.

B - EXPERIENCE B : UTILISATION ENERGETIQUE ET AZOTEE DE LA FEVEROLE ENTIERE OU DECORTIQUEE, EN COMPARAISON AVEC LE TOURTEAU DE SOJA

1/Matériel et Méthodes :

Douze porcs sont mis en cages de digestibilité et soumis à une période préexpérimentale de deux semaines, avant d'être affectés à 3 lots, suivant le dispositif des blocs complets, à un poids vif moyen initial de 44,2 kg.

Dans le lot 1, les animaux reçoivent un régime témoin à base d'orge et de tourteau de soja, renfermant 16 % de matières azotées. Dans le lot 2, la féverole entière (variété PAVANE à 28 % de matières azotées) est introduite en remplacement partiel du tourteau de soja, au taux de 15 %. Dans le lot 3, le tourteau de soja est totalement remplacé par la féverole décortiquée (32,5 % de matières azotées) cette dernière étant introduite au taux de 26 % en complément de l'orge. Les régimes 2 et 3 renferment la même teneur en matières azotées que le régime témoin, soit 16 %, et bénéficient en outre d'une supplémentation en DL-méthionine, aux doses respectives de 0,03 et 0,05 %.

Les animaux des 3 lots sont soumis à un même niveau d'alimentation (1 600 g/j). Les régimes sont distribués sous forme humide, à raison de 3 repas par jour. Après une période d'adaptation aux régimes expérimentaux, on procède à une collecte des fèces et de l'urine pendant 8 jours. Les méthodes utilisées sont les mêmes que précédemment.

Le décortiquage de la graine de féverole a été opéré suivant un procédé mis au point par le service d'Expérimentation de l'Atelier de fabrication de mélanges alimentaires expérimentaux de la Minière (78) * : éclatement des téguments par passage dans un broyeur à meules, puis séparation par aspiration pneumatique. La composition des matières premières est donnée dans le tableau 1 et celle des régimes dans le tableau 5. Le décortiquage d'un échantillon de graines a permis d'estimer le pourcentage de téguments à 13,2 %.

TABLEAU 5
COMPOSITION DES REGIMES (%)
EXPERIENCE B

LOT OU REGIME	ORGE SOJA	ORGE FEVEROLE ENTIERE SOJA	ORGE FEVEROLE DECORTIQUEE
Orge	79	72	71
Féverole entière	—	15	—
Féverole décortiquée	—	—	26
T. de soja 44	18	10	—
Mél. minéral (1)	3	3	3
Mél. vitaminique (1)	+	+	+
DL-méthionine (2)	—	0,03	0,05
Résultats d'analyse :			
matière sèche %	88,20	87,95	87,86
% matière sèche :			
- matières minérales	5,49	5,46	5,59
- matières azotées	18,36	18,32	17,75
- matières grasses	1,83	1,87	2,04
- cellulose brute	5,63	6,02	4,20
Constituants membranaires :			
- A.D.F.	7,74	7,57	5,68
- N.D.F. (3)	20,02	19,82	17,04
Energie brute, kcal/kg matière sèche	4283	4269	4243

Mouture sur grille de 3 mm.

- (1) Composition du mél. minéral % : Phosphate bicalcique : 1,4 ; Craie broyée : 1,0 ; Sel marin : 0,5 ; Mél. oligoéléments : 0,1 . Les compositions des mélanges d'oligoéléments et de vitamines sont précisés dans le tableau 2.
- (2) Introduite avec les vitamines dans 4 kg de prémélange à base d'orge.
- (3) Teneur calculée à partir des matières premières.

(*) Nous remercions M.M. MELCION et HERVIO de nous avoir apporté leur contribution pour le décortiquage de la féverole.

2/ Résultats :

Les résultats concernant la croissance pondérale et l'efficacité alimentaire (tableau 6) sont en faveur du lot témoin orge-soja : le remplacement partiel ou total du tourteau de soja par la féverole entière ou décortiquée entraîne une diminution du gain moyen journalier (500 et 487 g/j contre 612), tandis que l'indice de consommation est accru (2,90 et 2,95 kg de matière sèche par kg de gain contre 2,34). Les variations du C.U.D._a de l'énergie, comme d'ailleurs de la matière sèche ou de la matière organique, font apparaître une valeur significativement plus élevée dans le lot 3 renfermant la féverole décortiquée (83,5 contre 81,6 et 81,0 respectivement dans les lots 1 et 2). Remarquons à cet effet une relation inverse entre le C.U.D. des constituants énergétiques et la teneur en glucides membranaires (cellulose brute, A.D.F., N.D.F.) : l'amélioration de la digestibilité de l'énergie, dans le cas de la féverole décortiquée, est surtout expliquée par une diminution du pourcentage des constituants celluloses.

TABLEAU 6
RESULTATS MOYENS DE DIGESTIBILITE ET DE RETENTION AZOTEE
EXPERIENCE B

Durée de la période de collecte 8 jours
Nombre d'animaux par lot 4 mâles castrés
Poids moyen des animaux 45,3 kg
Quantité d'aliment/j. 1,6 kg

LOT	1 ORGE SOJA	2 ORGE FEVEROLE SOJA	3 ORGE FEVEROLE DECORTIQUEE	SIGNIFICATION STATISTIQUE (1) s_x
Croissance-consommation :				
m. sèche ingérée/j, g	1 411	1 407	1 406	
Gain moyen/j, g	612	500	487	48,8 (18,3) 1vs 2 et 3 (0,10)
Ind. consommation (m. sèche)	2,34	2,90	2,95	
Utilisation des m. azotées :				
C.U.D. _a N	82,57	82,82	85,06	0,70 (1,7) 3vs 1 et 2 *
N. retenu g/j	17,09	17,78	17,17	0,47 (5,4) N.S.
C.R.N. (2)	50,0	51,9	50,5	1,3 (5,2) N.S.
Utilisation de l'énergie :				
C.U.D. _a m. sèche	82,17	82,49	84,45	0,61 (1,5) 3vs 1 et 2 *
C.U.D. _a m. organique	83,94	84,16	86,26	0,54 (1,3) 3vs 1 et 2 *
C.U.D. _a énergie	80,97	81,65	83,51	0,64 (1,6) 3vs 1 et 2 *
Valeur énergétique, kcal/kg m. sèche :				
énergie digestible (E.D.)	3 468 ± 26 (3)	3 486 ± 41	3 543 ± 27	
énergie métabolisable (E.M.)	3 346 ± 24	3 366 ± 39	3 423 ± 13	
énergie urine, kcal/gN	10,12	10,11	10,16	0,14 (2,8) N.S.
E.M. % E.D.	96,46	96,57	96,59	0,12 (0,26) N.S.

(1) s_x : Ecart-type de la moyenne (entre parenthèses, coefficient de variation)

Seuils de signification : * : 0,05 – (0,10) : 0,10

N.S. : Effet non significatif

(2) C.R.N. : coefficient de rétention azotée = $\frac{N \text{ ingéré} - (N \text{ fécal} + N \text{ urinaire})}{N \text{ ingéré} - N \text{ fécal}} \times 100$

(3) Ecart-type de la moyenne.

Les valeurs en énergie digestible et métabolisable des régimes sont rapportées dans le tableau 6. L'énergie excrétée dans l'urine par g d'azote ne diffère pas d'un traitement à l'autre. Il en est de même du pourcentage d'Énergie Métabolisable par rapport à l'énergie digestible, qui se fixe aux alentours de 96,5 % pour des régimes renfermant la même teneur en matières azotées (18 % dans la ration sèche).

Malgré des écarts relativement importants dans la croissance pondérale, la rétention azotée, comme d'ailleurs le coefficient de rétention azotée, n'est pas modifiée par la substitution partielle ou complète des protéines de féverole à celles de soja.

Comme dans l'expérience précédente, il nous a paru intéressant d'estimer, par différence, le C.U.D. de l'énergie et la valeur énergétique de la féverole décortiquée, en comparaison avec la féverole entière et le tourteau de soja. Les éléments du calcul ont été les suivants. D'après les indications d'un travail antérieur (HENRY, 1968), nous avons choisi pour l'orge un C.U.D. E. de 81,0, correspondant à 3 076 kcalories d'énergie digestible par kg d'aliment frais. Les valeurs concernant le tourteau de soja et la féverole entière sont celles qui ont été précisées précédemment, à savoir 3 700 kcalories d'énergie digestible par kg d'aliment frais pour le tourteau de soja et 3 380 pour la féverole entière. Il est intéressant de constater que les valeurs en énergie digestible ainsi estimées dans les lots 1 et 2, respectivement 3 096 et 3 092, sont relativement proches des valeurs réelles, soit 3 059 et 3 066, les écarts relatifs correspondants étant de 1,6 et 0,8 %. La valeur en énergie digestible de la féverole décortiquée, déduite de celle de l'orge dans le lot 3, ressort à 3 573 kcalories par kg d'aliment frais ou 4 098 kcalories par kg de matière sèche ; le C.U.D. de l'énergie correspondant s'élève à 94,4 %.

Après s'être fixé un C.U.D. moyen des matières azotées de 80 pour l'orge, comme l'indiquent les tables hollandaises, on trouve pour la féverole décortiquée un C.U.D. N de 89,4 contre 85,2 pour le tourteau de soja et la féverole entière. Il est à remarquer que la digestibilité des matières azotées du tourteau de soja paraît sous-estimée par rapport à celle trouvée précédemment (89 %), compte tenu de la valeur incertaine retenue pour l'échantillon d'orge considéré.

Dans le tableau 7, nous avons rassemblé les données concernant l'utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de la féverole, sous forme entière ou décortiquée, en comparaison avec le tourteau de soja.

TABLEAU 7

RECAPITULATION DES VALEURS D'UTILISATION DE L'ENERGIE ET DES MATIERES AZOTEES DE LA FEVEROLE ET DU TOURTEAU DE SOJA CHEZ LE PORC

ALIMENT	FEVEROLE		TOURTEAU DE SOJA 44
	ENTIERE	DECORTIQUEE	
C.U.D. E	87	94	91
Energie digestible, kcal/kg m. sèche	3 900	4 100	4 200
Energie métabolisable, kcal/kg m. sèche (1)	3 740	3 940	4 030
C.U.D. N	80-85	89	89

(1) Valeur apparente, supposée égale à 96 % de la valeur en énergie digestible.

C - DISCUSSION

Les résultats de notre étude font apparaître pour la féverole entière un C.U.D. de l'énergie supérieur à celui trouvé dans la bibliographie (tableau 8). C'est ainsi que les tables hollandaises et allemandes du D.L.G., indiquent pour le C.U.D. de la matière organique des valeurs moyennes de 80 et 82, correspondant à un C.U.D. de l'énergie de l'ordre de 78 à 80. Par contre, la valeur de 85,7 trouvée directement par NEHRING et WERNER (1956) se rapproche de la nôtre 87. Il est bon de préciser à ce propos que l'ajustement des coefficients de digestibilité des aliments dans les tables hollandaises est basé sur une correction en fonction du taux de cellulose brute. C'est ainsi que la digestibilité de la matière organique (ou de l'énergie) est abaissée de 2 à 4 points lorsque le taux de cellulose brute augmente de 1 %. Or, si une telle relation est valable dans le cas de régimes à base de céréales et d'issues de meunerie, relativement riches en hémicelluloses, il n'en est plus de même lorsqu'il s'agit de

régimes contenant des glucides membranaires constitués principalement par la cellulose et la lignine (HENRY, 1971). Parmi les critères de mesure de la fraction cellulosique (cellulose brute, A.D.F., N.D.F.), c'est la fraction N.D.F., représentant la totalité des constituants membranaires (cellulose lignine + hémicelluloses), qui permet d'expliquer le mieux l'écart de digestibilité de l'énergie entre les régimes 2 et 3 à base de féverole, de l'expérience B. En effet, si l'on considère les différences de teneur en cellulose brute, A.D.F. et N.D.F. entre ces deux régimes (respectivement 1,82 - 1,89 et 2,78) et qu'on les multiplie par les coefficients des équations de régression correspondantes (2,98 - 2,20 et 0,872), on obtient les écarts suivants (5,45 - 4,60 et 2,42), alors que l'écart réel observé entre les C.U.D. de l'énergie est : $85,06 - 82,82 = 2,24$. Il en est de même si l'on compare les régimes 1 et 3 qui diffèrent par la nature de la source azotée (tourteau de soja ou féverole).

TABLEAU 8

RESULTATS DE DIGESTIBILITE DE LA FEVEROLE SELON LES AUTEURS

COEFFICIENT DE DIGESTIBILITE	MATIERE ORGANIQUE	ENERGIE	MATIERES AZOTEES
Références :			
NEHRING et WERNER (1956)	—	85,7	—
RICHTER et OSLAGE (1959)	79,5	—	84,5
TABLES D.L.G. (1965)	82 (77 - 92)	—	85 (71 - 91)
TABLES HOLLANDAISES (1970)	80	—	85

Entre parenthèses, valeurs extrêmes.

Ces résultats nous montrent que l'équation générale utilisée dans les tables hollandaises pour prévoir la valeur énergétique des aliments en fonction du taux de cellulose brute n'est pas valable pour la féverole, pas plus d'ailleurs que pour le tourteau de soja. Il en est probablement de même pour les graines et sous-produits industriels contenant des téguments à forte teneur en cellulose et en lignine. Dans le cas particulier de la féverole, le C.U.D. de l'énergie peut être corrigé à partir d'une valeur moyenne de 87 pour 9 % de cellulose par rapport à la matière sèche, à raison de 1,2 point en plus ou en moins selon que le taux de cellulose diminue ou augmente de 1 %. Le même type de correction peut être effectué en fonction de la teneur en constituants membranaires totaux.

Le décorticage de la graine de féverole entraîne une amélioration de la valeur énergétique, qui représente 105 % de celle du produit initial. Remarquons toutefois que cette augmentation ne compense pas la perte de 13 % de téguments, pour lesquels il y a donc lieu d'envisager une utilisation partielle par le porc. La féverole décortiquée, distribuée à l'état cru, présente ainsi pour le porc une valeur d'utilisation digestive de l'énergie plus élevée que le tourteau de soja cuit à 44 % de matières azotées (94 p. 100 contre 91), mais sa valeur énergétique rapportée à la matière sèche est légèrement plus faible (4 100 kcal. d'énergie digestible contre 4 200), en raison d'une teneur plus faible en matières azotées (donc en énergie brute).

L'estimation de la digestibilité des matières azotées de la féverole s'est avérée assez imprécise, compte tenu du risque d'extrapolation par la méthode de la différence. Néanmoins, le C.U.D. N de la féverole entière chez le Porc semble se situer dans la fourchette 80 - 85, ce qui est en accord avec les données de la bibliographie (tableau 8). Cette valeur est plus élevée que celle enregistrée par VERMOREL (1973) sur le rat : 72, dans le cas d'une graine ayant pourtant subi un traitement de cuisson ; notons que le C.U.D. de l'énergie était également plus faible que chez le porc (79 contre 87). Il convient cependant de préciser que dans ce travail il avait procédé à une incorporation de féverole dans les régimes beaucoup plus importante que dans le cas présent (53 % contre 15 et 30). Il est établi par ailleurs (KEYS et al, 1970) que le porc utilise mieux les constituants cellulosiques que le rat, ce qui entraîne pour ces derniers un effet dépressif moindre sur l'utilisation digestive des matières azotées.

Comme pour l'énergie, le décorticage de la graine de féverole procure une amélioration très sensible de l'utilisation digestive des matières azotées qui, pour un produit cru, devient comparable à celle du tourteau de soja cuit. La même influence favorable du décorticage sur le C.U.D. des matières azotées a été observé chez le rat par VERMOREL (communication personnelle). On peut penser que l'effet dépressif de la fraction tégumentaire sur le C.U.D. N est dû pour une grande part à sa teneur élevée en tannins, qui sont pratiquement absents dans les cotylédons (MARTIN et Mlle TANGUY, communication personnelle). Il reste cependant que l'amande

contiendrait un facteur antitrypsique thermolabile (WILSON et al, 1972 a), mais dont l'effet inhibiteur est beaucoup plus faible que dans le cas du soja cru. Ceci explique que les matières azotées de la féverole décortiquée crue sont relativement disponibles pour le porc.

Compte tenu des indications précédentes, nous avons tenté de faire un bilan de l'opération de décortiquage de la graine de féverole, sur le plan de la récupération de l'énergie et des matières azotées digestibles, dans les 87 % d'amandes provenant du produit brut initial. C'est ainsi qu'un kg de féverole entière fournit 3 400 kcalories d'énergie digestible et 230 g de matières azotées digestibles. Après décortiquage, on obtient une quantité plus faible d'énergie digestible (3 105 kcalories, soit 91 % du contenu initial), mais une quantité plus élevée de matières azotées digestibles (248 g, soit un gain de 8 %).

La deuxième expérience, contrairement à la première, a fait ressortir un léger effet dépressif de la féverole, entière ou décortiquée, sur la croissance et l'efficacité alimentaire. Bien entendu, en raison de la brièveté de la période d'observation, il convient d'interpréter ces résultats avec prudence. Dans des essais antérieurs (HENRY et BOURDON, 1972), nous avons cependant remarqué que la féverole entière, même en remplacement partiel du tourteau de soja, a tendance à provoquer une légère élévation de l'indice de consommation (jusqu'à 5 % pour un taux d'incorporation de 15 %), principalement pendant la première phase de la croissance. La réalisation d'un essai en lots paraît devoir s'imposer pour étudier les conditions d'utilisation du produit décortiqué par le porc, en dehors du bénéfice apporté par le décortiquage sur l'utilisation digestive de l'énergie et surtout des matières azotées.

EN CONCLUSION :

L'étude de l'utilisation digestive de l'énergie et des matières azotées de la féverole chez le porc a permis d'aboutir aux constatations suivantes :

- Le C.U.D. apparent de l'énergie de la graine entière est égal à 87 % ; sa valeur en énergie digestible, 3 900 kcalories par kg de matière sèche, représente 93 % de celle du tourteau de soja à 44 % de matières azotées.
- Avec une digestibilité apparente des matières azotées de l'ordre de 80 à 85 %, la féverole se classe sensiblement au même niveau que l'orge (80 %), mais nettement en-dessous du tourteau de soja (90 % environ).
- Le décortiquage de la graine a pour effet d'élever le C.U.D. de l'énergie à 94 % et celui des matières azotées à 89. La féverole décortiquée présente ainsi une valeur d'énergie digestible de 4 100 kcalories par kg de matière sèche, soit 5 % de plus que la féverole entière et 2 % de moins que le tourteau de soja 44, tandis que la digestibilité de ses matières azotées est sensiblement la même que celle du soja cuit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

- D.L.G., 1965. *Futterwerttabellen der D.L.G.-Schweine*, 50, 44 pp, D.L.G. verlags-GmbH., Frankfurt am Main.
- HENRY Y., 1968. Utilisation comparée des céréales comme seuls aliments du porc pendant la période de finition. *Ann. Zootech.*, 17, 183-197.
- HENRY Y., 1970. La féverole dans l'alimentation du porc. *Bull. Tech. d'Information*, 253, 625-634.
- HENRY Y., 1971. Essai de prévision de la valeur en énergie digestible des aliments pour le porc, à partir de leurs teneurs en constituants membranaires. *J. Rech. Porcine en France*, I.N.R.A. ITP éd., Paris 57-64.
- HENRY Y., BOURDON D., 1972. Essai de remplacement du tourteau de soja par la féverole dans l'alimentation du porc en croissance-finition. *Jour. Rech. Porcine en France*, I.N.R.A. ITP éd., Paris, 175-183
- HENRY Y., RERAT A., 1966. Utilisation des pommes de terre déshydratées et fraîches dans l'alimentation du porc en croissance en comparaison avec l'orge. *Ann. Zootech.*, 15, 231-251.
- HENRY Y., RERAT A., 1969. Utilisation des légumineuses par le porc en croissance. *J. Rech. Porcine en France*. I.N.R.A. ITP éd., Paris, 161-168

- KEYS J.E., Jr, VAN SOEST P.J., YOUNG E.P., 1970. Effect of increasing dietary cell wall content on the digestibility of hemicellulose and cellulose in swine and rats. *J. anim. Sci.*, **31**, 1172-1177.
- NEHRING K., WERNER A., 1956. *Wiss Abh. Dt Akad. Landwirtschaftswiss.* V/1. In BECKER M., NEHRING K., 1965. *Handbuch der Futtermittel*, vol. 2, p. 229, Paul Parey, Hamburg.
- RICHTER K., OSLAGE H.J., 1959. *Landw. Forschung*, **12**, 39. In BECKER M., NEHRING K., 1965. *Handbuch der Futtermittel*, vol. 2, 185-188, Paul Parey, Hamburg.
- TABLES HOLLANDAISES, 1970. *Veevoedertabel*, Centraal Veevoederbureau, Wageningen, Nederland.
- VERMOREL M., 1973. Utilisation énergétique et azotée des principaux tourteaux et des graines de légumineuses par le rat en croissance ; comparaison au blé tendre et au blé dur. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.* (sous presse).
- WILSON B.J., Mc NAB J.M., BENTLEY H., 1972 a. Trypsin inhibitor activity in the field bean (*Vicia Faba L.*). *J. Sci. Fd. Agric.*, **23**, 679-684.
- WILSON B.J., Mc NAB J.M., BENTLEY H., 1972 b. The effect on chick growth of a trypsin inhibitor isolate from the field bean (*Vicia Faba L.*). *Br. Poul. Sci.*, **13**, 521-523.